

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV MATERIÁLOVÝCH VĚD A INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING

VÝPLETY TENISOVÝCH RAKET

STRINGS OF TENNIS RACKETS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Malý

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav materiálových věd a inženýrství

Student: **Michal Malý**

Studijní program: Strojírenství

Studijní obor: Základy strojního inženýrství

Vedoucí práce: **Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP**

Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

VÝPLETY TENISOVÝCH RAKET

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce pojednává rešeršní formou o materiálech používaných na výplety rámců tenisových raket.

Cíle bakalářské práce:

Student ve své práci:

- shrne historický vývoj materiálů používaných pro výplety tenisových raket
- stručně popíše možné aplikace současných technických materiálů pro výrobu výpletů
- rozebere požadavky, které jsou přitom na technické materiály kladeny

Seznam doporučené literatury:

Askeland, D. R., Phulé, P. P. The Science and Engineering of Materials. 5th ed. UK: Thomson, 2006.

ISBN 0-534-55396-6.

Callister, W. D. Material Science and Engineering, An Introduction. GB: John Willey and Sons, 2003.

ISBN: 0-471-22471-5.

Seymour, R. B. Polymers for Engineering Applications. USA: ASTM, 1987.

ISBN 0-87170-247-9.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
ředitel ústavu	děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o výpletech tenisových raket. Zaměřuje se na druhy materiálů, které jsou používány při výrobě nejrozličnějších typů vláken výpletů, dále pak na strukturní druhy strun a jejich povrchové úpravy. U všech těchto charakteristik jsou zmíněny vlastnosti, které daná technologie a materiál poskytují výslednému výpletu a v konečném důsledku jejich vliv na hru a vhodnost výpletu pro jednotlivé pokročilostní úrovně hráčů. Krátce shrnuje také historický vývoj výpletů tenisových raket. V práci je podrobně rozebrána výroba přírodní i syntetické struny od počátku až po konečné úpravy výpletu. Dále se rozebírá zařízení určené pro vyplétání tenisových raket a postup a technologie potřebné k samotnému vyplétání. Také se zaměřuje na rozdíly ve hře závislé na vypletení tenisové rakety. Práce se zabývá i porovnáním výpletů určených různým raketovým sportům, a to především s ohledem na napětí a nápor, které musí vydržet.

ABSTRACT

This Bachelor's thesis concerns strings of the tennis rackets. It focuses on types of materials which are used during manufacturing of various types of fibre strings. Moreover, it focuses on structural kinds of strings and their surface alteration. All these subjects mention their characteristics, which conclude the technology and material that is available for the final strings. It closely affects the game and the suitability for particular advanced levels of the players. It also summarises the historic development of the string of the tennis rackets. This thesis closely analyses the manufacturing process of the natural and synthetic strings, from beginning to the final form of the string. Furthermore, it examines the equipment designed for stringing of the tennis racket and the process and the technology needed for the stringing itself. Moreover, it focuses on the differences during the game associated with the strings of the tennis racket. The thesis is dealing with comparison of the strings that are designed to different racket sports, mainly concerning on withstanding of tension and impact.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tenis, výplet, struna, vyplétací stroj, napětí výpletu

KEYWORDS

Tennis, string, stringing machine, string tension

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MALÝ, Michal. *Název: Výplety tenisových raket*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 36 s. Vedoucí práce Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma výplety tenisových raket vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

22. května 2017

.....
Michal Malý

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Evě Mollikové, Ph.D., Paed IGIP za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

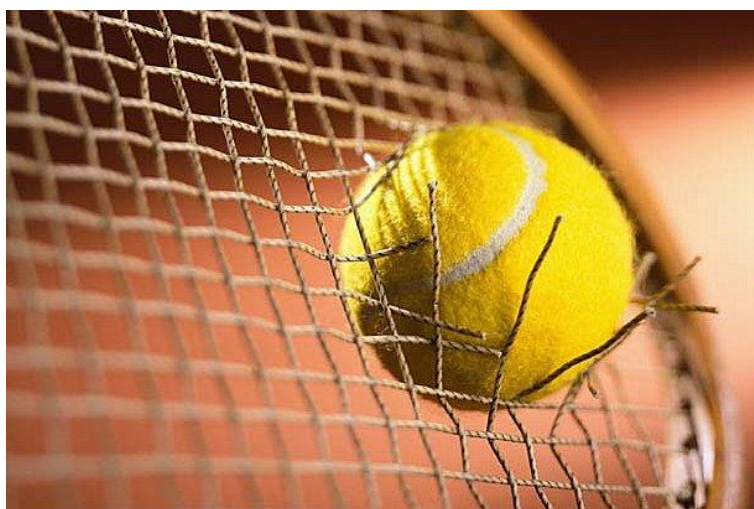
VÝPLETY TENISOVÝCH RAKET.....	1
VÝPLETY TENISOVÝCH RAKET.....	2
PROHLÁŠENÍ.....	7
PODĚKOVÁNÍ	8
OBSAH.....	9
ÚVOD.....	11
1 MATERIÁL STRUN.....	12
1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ.....	12
1.2 PŘÍRODNÍ TENISOVÉ STRUNY	13
1.3 HYBRIDNÍ TENISOVÉ STRUNY	14
1.4 SYNTETICKÉ TENISOVÉ STRUNY.....	14
1.4.1 <i>Nylon</i>	14
1.4.2 <i>Polyester</i>	15
1.4.3 <i>Kevlar</i>	15
2 KONSTRUKCE STRUNY	15
2.1 MONOFILNÍ VÝPLETY	16
2.2 MULTIFILNÍ	16
2.3 CORE WITH WRAPS.....	17
2.3.1 <i>Solid Core with Wraps</i>	17
2.3.2 <i>Multifilament with Wraps</i>	18
2.4 TEXTURED	18
2.5 KOMPOZITNÍ STRUNY	19
3 VÝROBA SYNTETICKÝCH STRUN	20
4 VÝROBA PŘÍRODNÍCH STRUN	23
5 VYPLÉTÁNÍ TENISOVÝCH RAKET	26
5.1 VYPLÉTACÍ STROJ.....	28
5.1.1 <i>Upevnění rámu</i>	28
5.1.2 <i>Přenosnost</i>	29
5.1.3 <i>Napětí</i>	30
5.1.4 <i>Uchycení struny</i>	30
5.2 VLASTNOSTI VÝPLETU	31

6	POROVNÁNÍ VÝPLETŮ DALŠÍCH RAKETOVÝCH SPORTŮ	32
6.1	SQUOSHOVÉ VÝPLETY	32
6.2	BADMINTONOVÉ VÝPLETY	33
	ZÁVĚR.....	34
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	35

ÚVOD

Tenis je jedním z nejoblíbenějších sportů po celém světě. Své oblíbenosti vděčí především velkému rozpětí úrovní, na kterých je možné ho hrát, což u individuálních sportů není až tak obvyklé. Dalším důvodem je jistě i jeho rychlost, proměnnost a atraktivita ať už při aktivním hraní, ale i při pouhém pozorování mistrovských turnajů. Jelikož jsou náklady na trénování tenisu poměrně vysoké, stala se u nás tato hra na amatérské úrovni spíše výsadou vyšší vrstvy obyvatelstva, zatímco mládež a nadaní hráči se stahují do registrovaných klubů, které jim poskytnou patřičné zázemí a sponzoring. Tenisu se také říká bílý sport díky dřívějším nárokům na oděv hráčů. Dnes je od přísného dodržování těchto zvyků upouštěno, ačkoli určitá pravidla zachována zůstávají, a většina hráčů stále dodržuje převažující bílou barvu na svém oblečení.

Tenisové vybavení je pro hru samotnou nesmírně důležité a materiály, používané na rámy, výplety, ale i tenisové míčky směřují zrychlujícím tempem kupředu a jejich vývoji je stále věnováno mnoho finančních i časových prostředků. Na rozdíl od míčků a ráků, jejichž kvalita s postupným vývojem stále roste, u výpletů to tak není. Již v prvopočátku se tenisová raketa vyplétala přírodními vlákny, konkrétně zpracovanými ovčími střívkami, a po několika desítkách let vývoje jsou tyto struny stále nepřekonatelné. Proč tedy výzkum stále pokračuje a zkouší se nejrůznější syntetické materiály? Důvod je jednoduchý. Přírodní výplety jsou totiž velmi drahé a jejich životnost je poměrně nízká (obr.1.[9]) a tak se nyní používají převážně na vrcholové úrovni, kdežto amatéři a registrovaní hráči na nižších výkonnostních třídách se spokojují se syntetickými materiály s horšími herními vlastnostmi, ale s mnohem nižší cenou a delší trvanlivostí.



Obr. 1. Ilustrační foto [9]

1 MATERIÁL STRUN

Zvolit vhodný materiál výpletu je pro tenisovou hru stejně důležité, jako zvolit správnou návnadu na rybaření. Stejně jako na kousek chleba nikdy neulovíte štika, ať máte prut sebelepší, stejně tak pokud si koupíte profesionální raketu a zvolíte k ní špatný výplet, nebo i výplet neodpovídající vašim herním specifikacím, nikdy nedosáhnete dobrých výsledků.

1.1 Historický vývoj

Již od prvních počátků tenisu bylo vždy velkou otázkou, čím budou rakety vyplétány. Nám známé prameny hovoří o testování strun hudebních nástrojů, které však ani zdaleka nesplňovaly potřebné parametry. Prvním vhodným materiálem se ukázala až ovčí střívka, která měla až pozoruhodně vhodné vlastnosti v oblasti pružnosti a velikosti napětí, kterou vydržela. [5]

Další vývoj je dosti nejasný až do počátku 19. století, kdy se tenis začal více zviditelňovat a začaly vznikat první firmy zabývající se vybavením potřebným k jeho hraní. Od druhé poloviny 19. století se ovčí střívka stala jediným materiálem používaným na výrobu výpletů. Jejich cena byla sice vysoká, nicméně chudí lidé stejně neměli o tento sport zájem a ani čas jej provozovat, a tak výrobci tento problém neřešili. [5]

Zlomový okamžik nastal v dobách první a druhé světové války, kdy lidé v období míru začali projevovat o tenis zájem, a v důsledku války začal být velký nedostatek ovcí. Firmy spatřovaly velký potenciál v rozšíření tenisu i mezi další obyvatelstvo, a tak začala éra vývoje materiálů tenisových strun. Nejprve se zaměřily na střeva jiných zvířat. Vepřová a koňská se však ukázala být velmi neuspokojivá, co se jejich vlastností týče. Nakonec zvítězila střeva hovězí, která se zdála být adekvátní, ne-li lepší náhradou těch ovčích, nehledě na cenu, neboť hovězí střeva byla považována za spíše odpadní materiál a je zřejmé, že z jedné krávy je střev podstatně více než z ovce. Tím se staly tenisové výplety podstatně levnější a dostupnější, nicméně vývoj se rozhodně nezastavil. Na obr. 2 [10] je vidět příklad dřevěných historických raket s přírodním výpletem i s typickým dřevěným krytem, který měl za úkol zabránit kroucení dřevěného rámu. [5]

Kolem roku 1940 se světem začal šířit nový materiál, a tím byl nylon. Jeho načasování nemohlo být lepší, neboť v době, kdy vznikaly první silonky se i výrobci výpletů začali zajímat o tento materiál. Podle podkladů měl mít ideální vlastnosti pro nahrazení drahých přírodních materiálů a měl být relativně lehce zpracovatelný a levný. Není proto divu, že to netrvalo ani 10 let a světlo světa spatřila první syntetická nylonová struna. Herními vlastnostmi ani zdaleka nedosahovala úrovně střívek, nicméně byla skvělou volbou pro nižší a amatérské hráče, kteří rozdíl prakticky nepoznali a byli rádi za velmi nízké náklady. [5]

V 80. letech pak nastala zlomová éra, kdy se nylonové struny začaly dělat technologií multifibre, tedy ne jedno nylonové vlákno, ale stovky vláken spletených v sobě, což velmi vysoce zvedlo úroveň těchto výpletů. [5]



Obr. 2. Příklad historických tenisových raket [10]

V 90. letech pak v technickém odvětví začal být nylon vytěšňován polyesterem, a tak se i u výpletů začalo experimentovat s tímto materiálem. Struny měly lepší odolnost i silové vlastnosti, avšak podstatně hůře vyhovovaly po stránce kontroly míčku. To způsobilo, že polyesterové struny nevytlačily z trhu ty nylonové, jak se předpokládalo, nýbrž nabízely určitou alternativu a možnost výběru na základě preferencí hráče. [5]

V moderní době mikrovláken a nanovláken začala být konkurence na trhu s výplety poměrně velká, a tak se všechny firmy zaměřily spíše na vývoj stávajících materiálů, jejich kombinaci a zlepšování vlastností přidavnými materiály, jako je například kevlar, a technologiemi, jako je obalování, ošetřování, potahování, různá změna tvarů a rozměrů struny a tak dále. Na trhu nyní najdeme tisíce různých výpletů a většina tenistů jich vyzkouší značné množství, než naleznou ten správný přesně určený pro jejich hru. [5]

1.2 Přírodní tenisové struny

Přírodní tenisové struny jsou prvním typem strun, který byl vůbec do rámců tenisových raket vypleten a pro svoje skvělé herní vlastnosti je dodnes používán na vrcholové úrovni a pro profesionální hráče je nenahraditelný. Struna se skládá z 13 až 15 vláken z ovčích střívek, které jsou následně zality kolagenem a spojeny. Takto složená ovčí střívka mají skvělé vlastnosti především ve schopnosti odolávat napětí míčku, odrážet jej velkou rychlostí, ale zároveň jsou dostatečně poddajná, takže umožňují perfektní kontrolu nad míčkem ať už v oblasti směru odletu, nebo jeho rotace, což je v moderním vrcholovém tenisu nepostradatelné. Od druhé světové války jsou občas ovčí střívka nahrazována hovězími, které mají velmi podobné vlastnosti. [1][4]

1.3 Hybridní tenisové struny

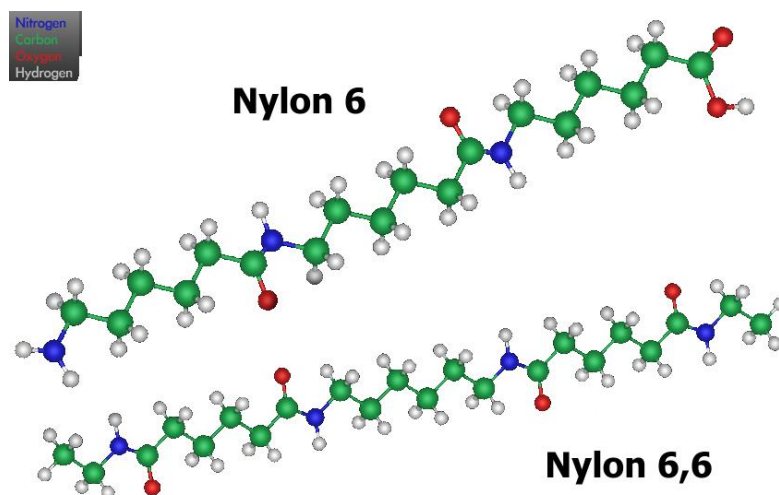
Hybridní tenisové struny jsou variantou, která se rozmohla až v posledních letech. Jedná se o různé kombinace přírodních a syntetických materiálů, které jsou do výsledné struny kombinovány v různých vrstvách a různých poměrech vláken, aby se tak zachovaly nebo ještě zlepšily vlastnosti oproti přírodním strunám, ale zároveň se snížily náklady. Vývoj těchto strun jde neustále kupředu, nicméně hybridní výplety většinou poskytují velmi specifické vlastnosti, které většině hráčů nedokáže plně ocenit a přizpůsobit jim svůj herní styl. [4]

1.4 Syntetické tenisové struny

Vzhledem k velmi vysokým nákladům a pořizovací ceně přírodních strun se všechny světové firmy daného odvětví snaží vyrobit strunu ze syntetického materiálu, která by měla stejné, nebo alespoň podobné vlastnosti, jako ovčí střívka. Doposud však byly tyto pokusy marné. Nicméně tyto firmy přišly s výplety, které jsou pro většinu úrovní naprosto postačující a jejich cena je několikanásobně nižší, a proto je dnes většina raket vyplétána právě syntetickou strunou. Oproti přírodním strunám však zde nastává velký problém s výběrem výpletů. Přírodní struny mají vlastnosti výborné ve všech směrech a jediný podstatný rozdíl je tedy v povlaku výpletu a v případném napnutí. U syntetických strun však existuje celá řada parametrů, které ovlivňují výsledné chování výpletu a u naprosté většiny syntetických výpletů je potřeba se rozhodnout, které vlastnosti výpletu pro svoji hru upřednostňujete, a které naopak příliš nevyužijete. Proto má mnoho začínajících hráčů velký problém s výběrem výpletů, neboť si neumí specifikovat, co vlastně od daného výpletu očekávají.

1.4.1 Nylon

Nylon je jedním z prvních syntetických materiálů, který byl k vyplétání raket používán. Je to zejména z důvodů jeho velké pružnosti. Samozřejmě dnes existuje mnoho vylepšených materiálů, které mají název nylon a umí se hodně odlišovat, proto je to velice těžké posuzovat. Obecně ale platí, že nylon poskytuje poměrně dobré vlastnosti za opravdu nízkou cenu. Proto jej volí většina neprofesionálních hráčů. Je dobré zmínit, že nylon by měl být používán pouze u multifilamentů, neboť jinak může mít velmi neblahý dopad na problémy s klouby v oblasti loktů a celé paže. Na obr. 3 [11] je vidět strukturní vzorec nejčastěji používaných tipů nylonu. [1][2][4][6]



Obr. 3. Vzorec nylonu 6 a 66 [11]

1.4.2 Polyester

Polyesterové struny jsou praktickým opakem těch nylonových. Jejich éra začala, když se hráči domáhali výpletů s větší razancí úderu. Toto kritérium splňují polyesterové výplety dokonale. Rychlosti úderů jsou s nylonem prakticky neporovnatelné, a i přesto nabízejí poměrně dobrou kontrolu nad míčkem a skvělou rotaci, zejména u takzvaných top-spin úderů (tedy úderů s horní rotací). Jejich nevýhodou je, že jsou velmi tuhé, což má za následek neblahé účinky na zdraví hráče. Proto jsou spíše voleny hráči profesionálními. Jsou velmi nedoporučovány pro amatéry a hráče trpící problémy s paží, loktem nebo zády. Polyester je často kombinován s přírodními materiály. [2][4]

1.4.3 Kevlar

Kevlarové struny jsou spíše okrajovou oblastí, která zatím čeká na své uplatnění. Kevlar je velmi nepoddajný a tuhý, a tak neposkytuje téměř žádný herní komfort, a proto je jen velmi zřídka používaným výpletem. Jeho největší výhodou je trvanlivost, která je několikanásobně vyšší oproti všem ostatním materiálům. Jeho největší význam je momentálně u rozvíjejícího se odvětví kombinovaných výpletů. Kevlar se nekombinuje s přírodními materiály, nýbrž právě s nylonem, jehož vlastnosti se snaží vylepšovat. [1][4]

2 KONSTRUKCE STRUNY

Ač se struna tenisového výpletu zdá na první pohled jako jedno prosté vlákno, ani zdaleka to nemusí být vždy pravda. Některé struny jsou složeny z tisíců jednotlivých vláken a jejich uspořádání a sestavení může mít ne odehrání míčku nemalý vliv.

2.1 Monofilní výplety

Monofilní, neboli jednovláknové struny, znázorněné na obr. 4 [12], jsou tvořeny pouze jedním solidním vláknem materiálu. Toto vlákno bývá zpravidla potahováno ještě dalším materiálem, který má zlepšit především trvanlivost výpletu. Na tloušťce vlákna poté přímo závisí jeho vlastnosti při hře. Tenčí vlákno dává hráči větší sílu při odrazu míčku a tím i větší rychlost. Se ztenčováním vlákna však také úměrně roste pravděpodobnost jeho přetržení. Širší vlákno má zpravidla vyšší odolnost a zároveň poskytuje hráči lepší kontrolu nad míčkem. Původním materiálem pro monofilamenty byl nylon, který se vyznačoval dobrou pružností a odolností v tahu. Nyní jsou vlákna spíše z polyesteru. Cenově jsou tyto výplety spíše levnější. Většinou se k nim přiklánějí hráči s horšími technickými dovednostmi, kteří preferují silový styl hry. Při takovém stylu však dochází k velmi častému přetržení struny, což vede k vyšší spotřebě levnějších výpletů. [1][4][6]



Obr. 4. Průřez monofilního vlákna [12]

2.2 Multifilní

Multifilní, neboli mnohovláknové struny, viz obr. 5 [6], jsou přesným opakem jednovláknových. Nemají žádné centrální vlákno, kolem kterého by se něco nabalovalo. Jsou tvořeny svazkem tenkých vláken, kterých může být od stovek až po tisíce. Přes tyto vlákna je potom zpravidla přetažena vrstva, která má zabránit třepení a přidat na odolnosti výpletu. Vlákna uvnitř jsou zatočena, což může pro představu přirovnat ke konopnému lanu, které je utvářeno podobným způsobem. Mnohovlákná poskytují uživateli mnohem lepší kontrolu nad míčkem a mají výborné předpoklady pro hraní technickým způsobem s velkými dávkami rotace. Navíc výborně tlumí vibrace a jsou tak velmi vhodné pro hráče trpící zdravotními komplikacemi jako může být tenisový loket. Co se týče materiálů, tak zde se to velmi různí. Různí výrobci zkoušejí různě materiály a jejich kombinace, a není možné jednoznačně říci, které jsou nejlepší. Tyto výplety mají zdaleka nejbližší přírodním výpletům, a tak jsou často voleny profesionálními hráči. Nevýhodou těchto výpletů je brzká ztráta jejich napětí. Mnohovlákná, oproti jednovláknům nebo přírodním strunám, nejsou zpravidla měněna kvůli přetržení (to se stává málokdy) ale spíše z důvodu takzvaného

„změknutí výpletu.“ Míček při takové ztrátě napětí již letí velmi pomalu. Trvanlivost záleží na úrovni hry, jelikož je to přímo úměrné napětí, které na výplet míček při hře působí. Na amatérské úrovni se tyto výplety mění asi po 3 měsících. Hráči ATP mění tyto výplety zpravidla po 7 gamech, což vzhledem k podstatně vyšší ceně těchto výpletů z nich dělá poměrně finančně náročnou věc. Stále však svojí cenou nedosahují přírodních výpletů, a proto se stávají častým výběrem mnoha hráčů všech úrovní. [1][4][6]



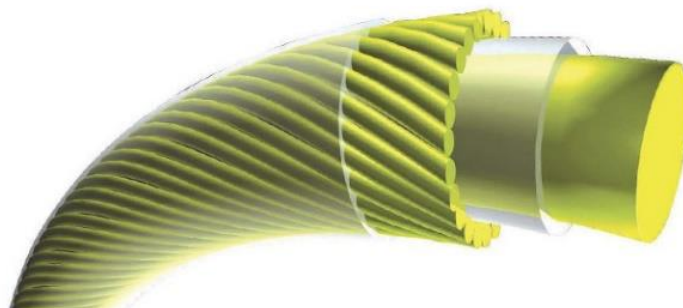
Obr 5. průřez multifilního vlákna [6]

2.3 Core with Wraps

Pod tímto anglickým názvem, který se do češtiny občas překládá jako jednovlákno se zábaly, což osobně považuji za dosti nešťastné, se skrývá silnější jádro, které je obaleno řadami tenčích vláken smotaných a opět zkroucených kolem jádra. [1][4][6]

2.3.1 Solid Core with Wraps

Tato skupina představuje jakousi kombinaci mezi jednovláknky a monovláknky. Jedná se o silnější jednovlákno, kolem kterého jsou smotány a zkrouceny jedna (with Single Wrap), dvě (with Double Wrap), nebo i více (with Multi Wrap) řad tenčích vláken viz obr. 6 [6]. Vláknka se zpravidla zužují se zmenšující se vzdáleností od středového vlákna. Také jejich zkroucení se pravidla střídavě mění, aby dvě řady na sobě byly vždy krouceny každá na opačnou stranu. Dochází zde ke zvyšování životnosti s minimálním snížením síly. [1][4][6]



Obr. 6. Příklad vlákna Core with wraps [6]

2.3.2 Multifilament with Wraps

V podstatě se jedná o jádro z mnohovláknové struny, které je ještě navíc obaleno jednou a více vrstvami dalších vláken. Vlastnosti jsou prakticky stejné jako u samotného multifilamentu, nicméně s výrazně prodlouženou životností. Samozřejmě také s vyšší pořizovací cenou. Průřez vláknem můžeme vidět na obr. 7.[1][4][6][13]



Obr. 7. Multifilament with Wraps [13]

2.4 Textured

Tento typ struny zahrnuje rozmanité množství zkušebních vláken, které jsou různým způsobem tvarově upravována. [1][6]

Jedna z možností je monofilní jádro obalené jednou řadou tenčích vláken a celé potažené další řadou vláken, která je však složena pouze z malého počtu vláken, které se namotávají dokola přes původní dvě vrstvy, viz obr. 8. [1][6]

Další možností je do již hotového vlákna (většinou monofilního) utvořit venkovní vybrání. To se může dosahovat například stočení jiného, než kulatého průřezu viz obr. 9. [1][6]



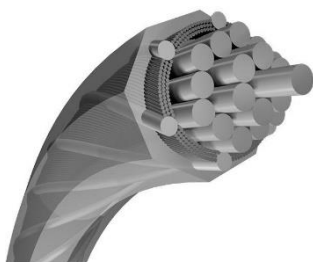
Obr. 8. Texturované vlákno [1]



Obr. 9. Stočené vlákno trojúhelníkového průřezu [6]

Mezi texturovaná vlákna se řadí i všechna vlákna nestočená, která mají jiný než kruhovitý průřez. Příklady můžeme vidět na obr. 10 [1] a 11. [1] polygonální průřez zajišťuje především lepší spinové vlastnosti a možnosti používat větší rotace míčku. Také se tolik nekloužou po sobě ve vypletené raketě, což odstraňuje povinnost rovnání strun, která je většinou hráčů nepříjemná. [1][6]

Texturovaná vlákna jsou nejčastěji používána u hybridních kombinací materiálů. [6]



Obr. 10. Příklad multifilního hexagonálního vlákna [1]



Obr. 11. Příklad monofilního pětihranného výpletu výrobce Yonex [1]

2.5 Kompozitní struny

Kompozitní typy výpletů jsou prakticky různou kombinací všech zmíněných typů s cílem získat co nejlepší vlastnosti a výhody každého z použitých typů (obr. 12. [6]). Jsou to nejčastěji testovací struny, nebo struny vyrobené profesionálními hráči přímo na míru, a proto je prakticky nemožné říci, z čeho přesně se skládají. Momentálně je to spíše okrajové pole výroby strun, neboť výhody takových výpletů

většinou vyhovují pouze úzké skupině hráčů, a ještě užší skupina hráčů je ochotna za takové struny zaplatit jejich cenu. Náklady poté stoupají i z důvodu, že tyto struny jsou prakticky tvořeny metodou pokus – omyl. [6]



Obr. 12. Příklad kompozitního vlákna [6]

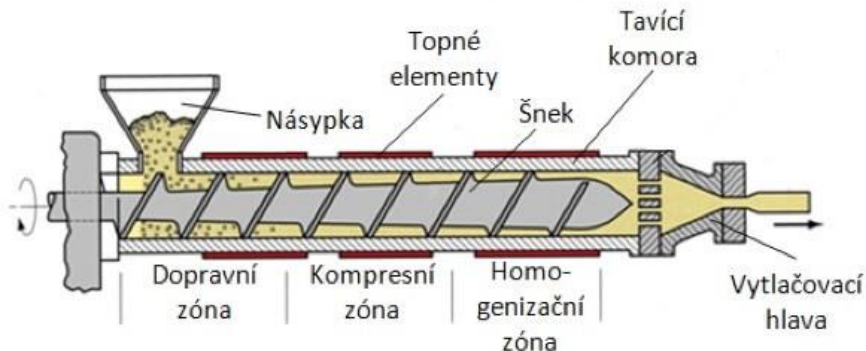
3 VÝROBA SYNTETICKÝCH STRUN

Základní technologie výroby strun jsou společné pro všechny druhy materiálů. Liší se spíše druhy výroby jednotlivých firem, nicméně základní postup je více méně shodný. Všechny syntetické struny jsou vyráběny z polymerů. V první fázi se z monomerů ve firmě polymerací vytvoří jednotlivá vlákna daného polymeru. Pokud jde o nylonové materiály, užívají se polymery z amidové funkční skupiny, například alifatické polyamidy, nebo ketonové funkční skupiny, například Zyex. V tomto odvětví jsou nejznámějšími materiály právě nylon 6 a nylon 66, které patří do první uvedené skupiny. Nylon 6 je tvrdá, světle žlutá hmota s teplotou tání okolo 215 °C, nízkým koeficientem tření, s velmi dobrými mechanickými vlastnostmi, výbornou otěruvzdorností a elektroizolačními vlastnostmi. Drobnou nevýhodou je náchylnost na vlhkost. Druhý materiál, nylon 66, má ještě větší pevnost a podstatně nižší navlhavost. Je to důvod, proč se tyto dva materiály často kombinují, aby vzniknul, pro laiky jednoduše, „nylonový“ výplet. [2][3]

U polyesterů se obvykle používají estery funkčních skupin, jako jsou polyethylentereftaláty nebo termoplastické polyesterové elastomery. Kromě esterů se také mohou používat polyethyleny a polypropyleny, nicméně většinou se používají spíše ke kombinaci s estery na zlepšení vlastností. [2][3]

Z těchto materiálů se následně dodávají do firem jednotlivá vlákna. Některé firmy si je polymerací tvoří sami, nicméně to je spíše menšina. Vytváření vláken ze surových materiálů je pro firmu velmi výhodné z hlediska kontroly kvality a vlastností konečného produktu, nicméně je to velmi nákladné, proto si hodně firem nechává filameny dodávat externí firmou. Vlákna se z materiálu vytvářejí technologií vytlačování. [2][3]

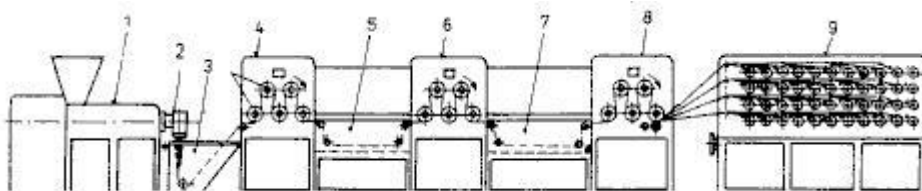
Pelety jsou přidány násypkou do zásobníku a v závislosti na druhu výroby jsou přidány přídavné látky. Pelety jsou povětšinou tvořeny granulovaným nebo aglomerovaným polymerem. Složky se smíchají v zásobníku a následně se postupně konstantní rychlostí přesouvají do válcového úseku. Zde jsou stlačovány, homogenizovány a plastikovány. Dále jsou tlačeny vytlačovacím šroubem do přívodní oblasti, kde se vlákno postupně lineárně ztenčuje. Tomuto šroubu se říká šnek a je nejdůležitější součástí vytlačovacího stroje, zobrazeného v řezu na obr. 13. [7] Tento stroj bývá nejčastěji pro vytlačování tenisových strun jednošnekový. [3] [8]



Obr.13. Jednošnekový vytlačovací stroj [7]

Pro ideální výsledky by měl mít šnek pro každý plast své speciální parametry, to by však bylo velmi nákladné a naprosto neefektivní. Proto je v praxi používáno několik typů průměrů šroubu, a zvolí se nejvhodnější z nich, který je doporučen buď výrobcem, nebo dodavatelem polymeru. Takový šroub je určen nejčastěji svým průměrem D a účinnou délkou L . Při zpracovávání strun se nejčastěji používají šneky s poměrem $D/L = 20$ a více. Úhel stoupání pak bývá $17,7^\circ$ a šířka hřbetu závitů bývá $0,1 \cdot D$. Poslední charakteristická vlastnost šroubu je tak zvaný kompresní poměr, který bývá mezi 2 a 4. Při tomto procesu se používá také zvýšená teplota, což způsobí lepší tečení materiálu. Teplota je však velmi pečlivě korigována, aby nedošlo k porušení vnitřní struktury materiálu. Na konci této oblasti jsou otvory, které kromě oválného tvaru mohou mít i jiný, mnohoúhelníkový obrys. Dalších zajímavých vlastností může být dosaženo, když se do jednoho vlákna vytlačuje směs více různých materiálů. [3][7][8]

Po tomto procesu mají vlákna velmi podobný tvar tomu konečnému, nicméně jejich rozměry jsou zatím nedokončené. K tomu slouží tažný stroj, který buď může navazovat přímo na předchozí stroj obr. 14 [8], nebo může stát samostatně, v tom případě je potřeba ruční manipulace mezi oběma stroji. Tažný stroj se skládá z několika párů válečků (zpravidla kolem 5 párů). Rozdíl v rychlostech jednotlivých sad válečků způsobuje postupný rozklad a ztenčení vláken. Čím větší rozdíl v rychlostech, tím větší je tažný poměr a tím budou vlákna roztažena a ředěna. [3][7][8]



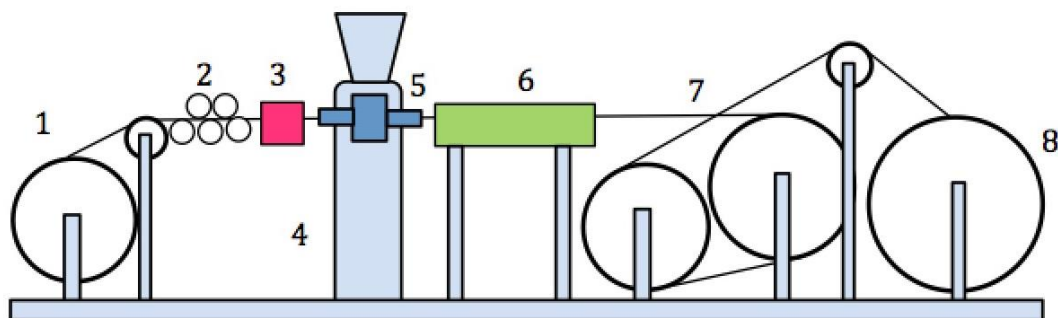
Obr. 14. Linka na výrobu vláken vytlačováním [8]

- 1 – vytlačovací stroj; 2 – vytlačovací hlava; 3 – chladicí lázeň;
 4 – první odtahovací zařízení; 5 – temperační lázeň; 6 – orientační zařízení;
 7 – stabilizační lázeň; 8 – druhé odtahovací zařízení; 9 - cívky

Opakované cykly vytápění, protahování a chlazení v tomto stádiu způsobují vyšší otěruvzdornost, schopnost udržet napětí a zvyšují pevnost vláken. Po tomto procesu jsou vlákna ve stavu pro základní jednovláknové výplety. Dalším procesem pro dražší jednovláknové výplety je povrchová úprava. Pro mnohovláknové výplety jsou tyto vlákna připravena na splétání do svazků. Samozřejmě pro mnohovláknové výplety jsou jednotlivá vlákna tažená do tenčích průřezů. [3][7][8]

Při výrobě mnohovláken jsou vlákna zpracovávána v procesu výstavby. Při něm jsou vlákna navinuta, kroucena, pletena, tkána nebo zabalena a navzájem spojena. Nejčastější metodou spojování je lepení. Lepení se provádí různými způsoby. Jednou z možností je použití rozpouštědla, které částečně rozpustí vnější plochy vláken, což způsobí spojení, a po vychladnutí pevný spoj. Druhou častou možností je koupání v pryskyřici, která po ztvrdnutí drží jednotlivá vlákna u sebe. U mikrovláken se používají lepidla polyuretanová. Naleptání tak tenkých vláken by mělo za důsledek příliš velké porušení. Při zkroucení vláken úhel jejich natočení výrazně ovlivňuje výsledné vlastnosti struny. Větší úhly, a tedy i větší a pevnější zkroucení, mají za důsledek větší flexibilitu a elasticitu, menší úhly přináší větší tvrdost výpletu. [3][8]

Jedním z finálních postupů je potažení vlákna. To se provádí v extrudéru, který buď může být podobného ražení, jako vytlačovací stroj, nebo může být podle schématu na obr. 15 [8]. Zde je roztavený povrchový materiál na stranách stěn přístroje a jeho středem je taženo vlákno, na které se materiál nabaluje. [3][7][8]



Obr. 15. Schéma potahovacího stroje [8]

- 1 – odvíjení; 2 – vodící válečky; 3 – předehřev vlákna; 4 – vytlačovací stroj;
5 – oplášťovací hlava; 6 – chladicí vana; 7 – odtah; 8 - navíjení

Dalším krokem už jsou pouze dokončovací procesy. Mezi základní patří tisk identifikačních údajů na strunu a nanesení maziva pro lehčí vypletení do rámu. U lepších výpletů může docházet například k ozařování gama-zářením. To má za následek spojení na molekulární úrovni, což znamená mnohem vyšší pevnostní vlastnosti. [3]

Posledním krokem už je pouze testování. Základem je vizuální kontrola, ale u mnoha se provádí i zkoušky tahem a jiné pevnostní zkoušky. U kvalitnějších výrobků se mohou vysokorychlostní kamerou sledovat procesy při zátěži výpletu.

4 VÝROBA PŘÍRODNÍCH STRUN

Přírodní struny jsou vyráběny ze střev chovného dobytka, nejčastěji ovčí, i když ani hovězí střeva nejsou dnes výjimkou. Jelikož jsou střeva velmi jemná a struny jsou obecně považovány za nejkvalitnější, je většina procesu stále prováděna lidmi a není automatizována. To samozřejmě zvedá cenu na výrobu, a proto tyto výplety bývají značně dražší, než výplety syntetické. Celý proces začíná na jatkách, kde opatrně vyjmou a vyčistí střeva. Následně je ve svazcích posílají do továrny na výrobu strun. Zde je pracovník rozváže a důkladně umyje v několika lázních, z nichž většinou alespoň polovina obsahuje měkkčící a zjemňující látky, viz obr. 16 [18]



Obr. 16. Rozvazování ovčích střivek [18]

Poté střívka roztáhne do plné délky a vizuálně zkontroluje, případně vyřadí poškozená. Po zkontrolování pracovnice utvoří svazky. Množství střivek do svazku se různí podle požadovaných vlastností a kvality zrovna vyráběné struny. Následně jsou střeva natažena a přeměřena, viz obr. 17. [18] Jejich délka musí být 12,8 metru, z čehož se asi 0,61 metru ztratí při dalším procesu výroby. Tyto rozměry se mohou mírně lišit, nicméně obecně se výplety dělají alespoň 11 metrů dlouhé. Jelikož přírodní struny se začaly vyrábět v Anglii, jejich rozměry jsou v Evropských jednotkách nestandardní. [18]



Obr. 17. Měření střev [18]

Po přeměření se střeva naloží do lázně s mnoha chemickými přísadami, které mají za úkol střeva sterilizovat a vybělit. Poté se na rotačním přístroji střívka smotají dohromady. Při této rotaci se částečně vysuší a následně několik hodin dosychají vyvěšené, viz Obr 18. [18] Místnost, kde se vysouší, má přísně kontrolovanou vlhkost vzduchu. Proces opakovaného smotávání a vysoušení trvá až 3 týdny. Během těch jsou střívka stále kontrolována. Následně jsou ještě vyvěšena na další 2 týdny, aby bylo jisté, že jsou střívka úplně suchá. Dosoušení se již koná v normálních přírodních podmínkách. [18]



Obr. 18. Sušení smotaných vláken [18]

Po konci tohoto procesu již smotaná střívka nazýváme vláknem. Po vysušení jsou velmi tvrdá a nepoddajná, což je dobře vidět na obr. 19 [18]. Na to jsou střívka potažena vrstvou chemikálií, které ji dodávají jemnost, hladkost a zvyšuje odolnost vůči venkovním podmínkám, jako jsou déšť nebo vítr. [18]



Obr. 19. vysušené přírodní vlákno [18]

Po této úpravě jsou všechna vlákna, tedy již velmi podobná finální struně, kontrolována a mikrometry se přeměřuje jejich průměr, jestli během procesu nedošlo ke ztenčení nebo poškození povrchu, viz obr. 20 [18]. Zajímavostí může být, že struny, které neprojdou kontrolou, nebývají nutně hned vyřazovány, nicméně se prodávají a používají v naprosto jiných odvětvích, například jako závěsná lanka na závaží kukačkových nebo nástěnných hodin. [18]



Obr. 20. Přeměřování výpletů mikrometrem [18]

Po výstupní kontrole už jsou vlákna pouze zabalena a rozeslána odběratelům. V mnoha firmách jsou prakticky stejným procesem hned vedle tenisových výpletů vyráběny také ty nejkvalitnější struny do hudebních nástrojů. Přestože jde o úplně jiná odvětví, požadavky na tyto struny jsou velmi podobné a proces výroby se liší jen velmi málo. [18]

5 VYPLÉTÁNÍ TENISOVÝCH RAKET

Výpletů existuje mnoho a o naprosté většině se nedá říci, že by byla horší nebo lepší, spíše více vyhovuje jednomu typu hráčů. Pokud se nám podaří vybrat správný výplet, není ještě tak úplně vyhráno. Je ještě potřeba ho do rakety dostat. Tomuto procesu se říká vyplétání. Nejzákladnější charakteristikou a nejdůležitější vlastností pro vyplétání je napětí, na které bude výplet natažen. Většina výpletů má již předem stanovené doporučené napětí, nicméně to není nic, čeho bychom se museli nutně držet. Rozhodně stojí za to vyzkoušet více možností, a nakonec se usadit tam, kde nám to vyhovuje nejlépe. Rekreační hráči nakonec stejně většinou dojdou k závěru, že doporučené hodnoty, udávané v kilogramech, jsou nejvýhodnější.

K samotnému vypletení je potřeba vyplétací stroj, kleště, úzký šroubovák, který vám pomůže dostat strunu do tenkých otvorů v rámu, a samozřejmě vhodně zvolený výplet. [14][20]

Samotný proces vyplétání není nijak náročný a po zhlédnutí pár návodů jej zvládne každý. Začínáme upnutím rakety do vyplétacího stroje. Do tohoto stroje se upíná pouze hlava rakety, nicméně si musíme být jisti, že raketa se po dobu vyplétání vůbec nepohne, jinak by hrozila ztráta napětí strun. [14][20]

Dalším krokem je rozdělení nového výpletu a přepůlení jej. Jednu polovinu provléknete spodní částí rámu a to tak, že obě konce půjdou přes celou hlavu rakety až k protější straně, kde je opět provléknete rámem. Zde napnete na požadované napětí a zajistíte svorkou. Postup opakujete pro další díry v rámu. První kroky jsou vidět na obr. 21 [14]. Je důležité si dát pozor, kterými otvory výplet protahujete, aby vám zbyly ty správně na kolmý směr vyplétání. Vyplétací stroje jsou rotační, což dost usnadňuje provlékání. Po posledním protažení strunu uvážete a kleštěmi ustříhnete. [14][20]

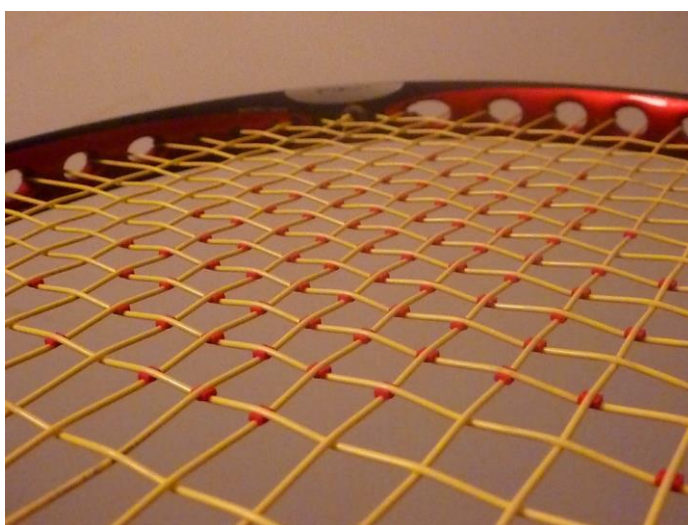


Obr. 21. Raketa upnutá v 2 bodovém
vyplétacím stroji s protizávažím [14]

Následně celý proces opakujete pro kolmý směr s jediným rozdílem, a sice že strunu vždy protahujete střídavě nad a pod již nataženými strunami. U vyplétání šířky rakety se již nezačíná ze středu, ale od kraje. Po dokončení opět zavážete a výplet je hotov. [14][20]

Celý proces poprvé zabere asi 2 hodiny, nicméně praxí se výplet dá do rakety natáhnout zhruba za 30 minut. [14][20]

Po vypletení rakety se dají do středu výpletu přidat takzvané elastocrosy, viz obr. 22 [15]. Jsou to malé, většinou pryžové, čtvercové plošky, které se umísťují do středu výpletu do míst, kde se struny kříží. Jejich úkolem je zmenšit opotřebování na třecí ploše. Dokážou rapidně zvýšit trvanlivost výpletu. Také si je oblíbili hráči hojně využívající horní rotaci, neboť svým umístěním jsou elastocrosy schopny významně přidat rotaci. S podobnými pomůckami již dnes hraje i mnoho profesionálních hráčů. [14][20]



Obr. 22. Elastocrosy usazené ve výpletu [15]

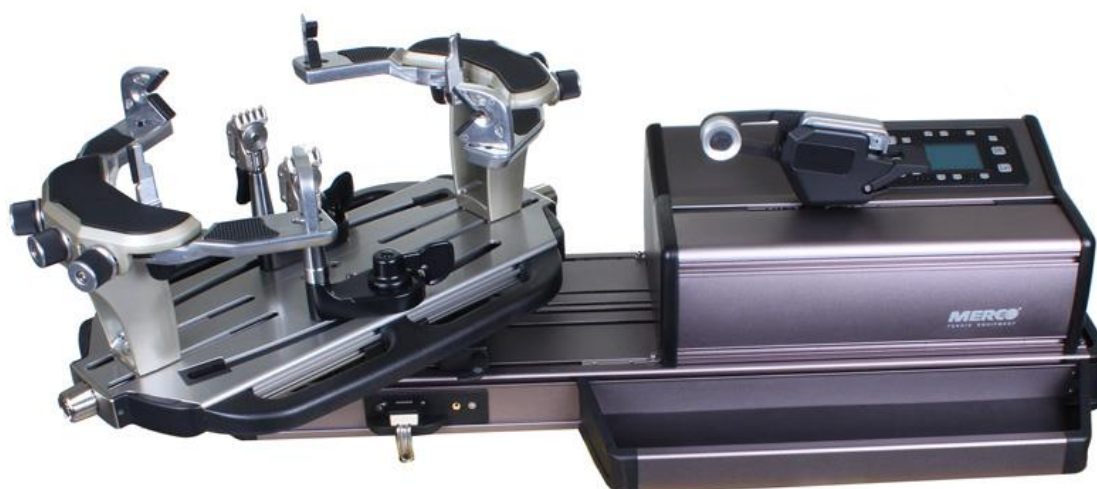
5.1 Vyplétací stroj

Nejdůležitější věcí, kterou pro vyplétání raket potřebujete, je vyplétací stroj. Bez něj nikdy nedosáhnete dostatečného a rovnoměrného napětí strun. Vyplétací stroje jsou poměrně jednoduchá zařízení jak na výrobu, tak na obsluhu, nicméně jejich specifické využití dovoluje výrobcům přicházet s mnoha vylepšeními a přídatnými systémy, což způsobuje značný rozsah v pořizovacích cenách. Obecně se nejlevnější vyplétací stroje dají pořídit za 7000 Kč, nicméně profesionální zařízení mohou stát i přes 100 000 Kč. Principiální věci jsou však na všech strojích stejné. Skládají se z otáčející-se části, do které se upne hlava rakety, a zařízení na napínání struny.

5.1.1 Upevnění rámu

Raketu nemůžeme vyplétat, pokud není dobře upevněna a nemá žádnou vůli se pohnout. Pak teprve můžeme strunu natáhnout pokaždé stejně. Nicméně v dnešních dobách, kdy se rakety dělají poměrně lehké, není jednoduché raketu dobře upnout a zároveň zaručit, že se nepoškodí. Podle systému upnutí se dělí vyplétací stroje na 2-bodové, 4-bodové a 6-bodové. Rozdíl je v počtu míst, kde je stroj schopen raketu zafixovat. Zafixování rakety ve 2 bodech je velmi rychlé a jednoduché a tím zvyšuje efektivnost vyplétání a rychlost procesu. Nicméně zátěž přinášovaná na rám rakety se rozkládá pouze do dvou bodů, čímž mohou vzniknout praskliny v laku, otláčení rámu, v extrémních případech, kdy ale raketa již bývá předem poškozená, může rám prasknout úplně. 2-bodový stroj je vidět na obr. 21 [14]. [21] [16]

6-bodové upínání zaručuje mnohem menší bodový tlak na raketu, nicméně umístění rakety do takové stroje zabere více času a stroje s tímto upnutím jsou také dražší. Využívá se jich spíše u podnikatelských záměrů, abychom měli jistotu, že zákazníkovi nezpůsobíme ani sebemenší poškození. Profesionální 6-bodový stroj s automatickým napínáním je na obr. 23. [21][16]



Obr. 23. 6 bodový elektrický vyplétací stroj [16]

5.1.2 Přenosnost

Vyplétací stroje se vyrábějí ve dvou provedení. Stolní vyplétací stroje jsou levnější a přenosnější variantou. Můžeme je vidět na obr. 23 [16]. Dají se položit prakticky na jakýkoli rovný podklad, který je unese. Jelikož vyplétací stroje nejsou zrovna malé a lehké, je možnost skladování je a přesunu velmi ceněna u soukromého využití. Na druhou stranu se však takový stroj většinou hůře obsluhuje, neboť umístění nemusí vyhovovat požadavkům na ideální výšku nebo dostupnost ze všech stran. [21]

Druhou variantou jsou takzvané samostojné vyplétací stroje, viz obr. 24 [17], které jsou podstatně dražší, nicméně stoleček, na kterém je stroj přidělaný, je většinou pojízdný se zajištěním, výškově dobře stavitelný a ze všech stran příjemně dostupný. Umožňuje rychlou a jednoduchou manipulaci a zvyšuje rychlost vyplétání a také snižuje pravděpodobnost úrazu či poničení rakety. [21]



Obr. 24. samostojný vyplétací stroj [17]

5.1.3 Napětí

Nejdůležitějším parametrem vyplétacího stroje je způsob, jakým napíná strunu při vyplétání. To také nejvíce ovlivňuje cenu vyplétacího stroje.

Nejlevnější variantou je vyplétací stroj s protizávažím. U tohoto stroje se navede struna provlečená rámem do úchytu a pomocí dlouhé páky se ručně napne. Na páce je závaží, kterým lze pohybovat a štelovat tak výsledné napětí struny. Čím je závaží dál od přístroje, tím je větší síla a vyšší napětí. Velkou nevýhodou je, že se musí štelovat při každém protažení struny znovu, což společně s lidským faktorem může mít za následek rozdíly v napětí jednotlivých protažení. Navíc rozsah možného napětí u těchto strojů nebývá nijak vysoký. Takový stroj je vidět na obr. 21. [21][16]

Druhou variantou je manuální vyplétací přístroj. Jeho princip je velmi snadný. Na začátku si nastavíme, jaké chceme napětí na struně, a pokaždé, když strunu protáhneme rámem, vložíme ji do svorek, a manuálně natáhneme. Stroj natáhne strunu na přesnou hodnotu napětí a dál nás nepustí, což má za následek velmi rovnovážně vyvážené napětí strun a jednoduchost obsluhy. Navíc i z časového hlediska je úspora poměrně vysoká. Manuální upínání využívá například stroj na obr. 24. [21][16]

Třetím a nejmodernějším typem je elektrický vyplétací stroj, který funguje stejně jako manuální, nicméně napnutí za nás odvádí elektromotor. Jeho výhodou je snadná obsluhovatelnost, velký rozsah nastavitelného napětí a velká přesnost nastavení napětí. Také zrychluje proces vyplétání. Nevýhodou je horší manipulovatelnost, a to hlavně z důvodu nezbytnosti zásuvky pro pohon elektromotoru, a vysoká pořizovací cena. Proto je používán téměř výhradně pro podnikatelské účely. Takový je zobrazen na obr. 23. [21][16]

5.1.4 Uchycení struny

Dalším důležitým parametrem je uchycení napnuté struny. K tomu slouží svorky, které se k přístroji dodávají ve dvou provedeních. [21][4]

Plovoucí svěrky jsou levnější, ne však příliš oblíbenou variantou. Jejich princip totiž spočívá v připnutí na již nataženou strunu a druhým koncem zajištění struny



Obr. 25. plovoucí svorka [4]

právě natahované. To často způsobuje povolení jak struny, na které je připevněna, tak struny, kterou má právě držet, viz obr. 25.[21][4]

Druhou variantou jsou pevné svěrky, které jezdí na vodících tyčích umístěných na spodku stroje. Jsou dražší, nicméně výsledný efekt i lehká manipulace jsou nespornou výhodou. Jsou dobře vidět na obr. 23. [21][4]

5.2 Vlastnosti výpletu

Nejdůležitější vlastností výpletu, z hlediska správného vypletení, je správně zvolit napětí, na které bude výplet napnut. To se udává většinou v kilogramech. Napětí struny velmi ovlivňuje výsledné vlastnosti výpletu. Obecně se tenisové rakety napínají mezi 20 a 26 kilogramy. Dá se říci, že nižší napětí dodává více razantnosti, zatímco pevně utažený výplet dodává vyšší kontrolu nad míčkem.

Natažení struny na menší napětí má u rakety následný efekt podobný trampolíně. Míček, který na raketu dopadne, výpletem zapruží, a ten jej odehraje vyšší rychlostí, než struny utažené. Nicméně vyšší energie a průhyb výpletu mají za následek podstatně horší kontrolu nad míčkem. Pro začátečníky je nižší napětí struny výhodné i z hlediska hratelné plochy. Nejideálnější zásah je samozřejmě středem výpletu, nicméně volnější výplet má větší toleranční plochu kolem středu rakety, než výplet utažený. Dobrou stránkou je i vliv na zdravý. Pokud má hráč problémy s ramenem či tenisovým loktem, taktéž by měl volit spíše volnější vypletení, které se chová mírněji ke kloubům.

S vyšším napětím hráč docílí mnohem větší kontroly nad míčkem a zejména rotace se mu budou hrát podstatně lépe. Volí se to především u lepších hráčů, kteří razantnost úderu vynahradí technikou hry. Navíc jsou schopni se téměř vždy trefovat středem rakety a nemají tak potřebu velké tolerance zásahu míčku.

Najít vhodné napětí struny pro hráče se dá prakticky pouze metodou pokus-omyl. Každá raketa má od výrobce doporučené rozpětí napětí strun a je dobré s první hrou začít uprostřed tohoto rozpětí. Podle pocitu hry se dá při dalším vyplétání napětí upravovat na vyšší nebo nižší, vždy se však doporučuje postupovat pomalu, maximálně 1,5 kila. Změnit napětí výrazně se považuje za velkou chybu, a i když někteří hráči se mohou dostat lehce pod nebo nad doporučené hodnoty, většina jich opět zůstane v rozpětí udávaného výrobcem. [20][21]

Správné napětí strun je bohužel většinou nepřenositelné z jedné rakety na druhou. Každý rám je jiný, a i když styl hráče se nemění, lpět na napětí z předchozí rakety nemusí přinést dobré výsledky. Vždy je dobré s novou raketou opět přijít na vhodné napětí, přestože pokud jste dříve hráli s volnějším výpletem, můžete při zkoušení začít například ve spodní oblasti doporučené výrobcem. [20][21]

Míra napětí také závisí na typu strun. Oproti nylonovým strunám se například kevlarové obecně napínají o cca 10% méně a polyesterové dokonce o 20% méně. U polyesterových strun je navíc nutné počítat s tím, že během první hry trochu povolí,

proto se napínají o něco více, než hráči nakonec vyhovuje. Ve většině případů hráči ucítí velké rozdíly ve hře i při změně napětí o půl kilogramu.[20][21]

6 POROVNÁNÍ VÝPLETŮ DALŠÍCH RAKETOVÝCH SPORTŮ

Tenis zdaleka není jediným sportem, kde je potřeba mít dobře vypletenou raketu, aby hráč podal patřičný výkon. Jak moc si je takový tenisový výplet podobný s například squashovým nebo badmintonovým? Pokud půjdeme úplně do základů a vrátíme se k materiálům a strukturnímu složení, nejde jinak, než že jsou výplety prakticky identické. Několik rozdílů se však rozhodně najít dá.

6.1 Squashové výplety

Squash je hra asi nejvíce podobná tenisu. Dokonce i rakety se zdají být podobné a míčky s trochou představitosti také, jen vše trochu zmenšené. Jaký je ale rozdíl ve výpletech takové rakety. Na rozdíl od tenisových výpletů, kde se průměr struny na vlastnostech podepisuje jen zvolna, u squashových výpletů je tomu úplně jinak. Už při výpletání se dělí na tenčí a tlustší výplety

Tlustší výplet je spíše pro technicky založené hráče a nepomůže s ostrými střelami, na druhou stranu jeho životnost bude podstatně delší. Tlustý squashový výplet bude mít průměr struny asi 1,3 mm.

Tenčí výplet bude rozměrově asi o 0,2 mm slabší. Nezdá se to mnoho, nicméně životnost s tenčí strunou rapidně klesá. Co se však zvyšuje, je razance. Bohužel se však také úměrně snižuje kontrola míče, a proto pokud chcete hrát nejen rychle ale také přesně, je potřeba mít velmi dobrou techniku.

Dalším velkým rozdílem je napětí. Opět se udává v kilogramech, nicméně její rzptyl se podstatně snižuje a stejně tak i její hodnoty. Squashové rakety se vyplétají mezi 9 a 12 kilogramy s tím že opět platí stejně jako u tenisu že čím tvrdší (tedy silněji napnutý) výplet, tím vyšší kontrola a menší rychlost odrazu míčku.

U squashových raket nesmíme opomenout ještě jednu podstatnou věc a tou je hustota výpletu. Na rozdíl od těch tenisových se squashové rakety dělají s různým počtem děr v rámu na provléknutí strun. Platí, že čím je výplet hustší, tím více kontroly hráči dopřává, pokud je řidší, odpaluje míček rychleji. Tento aspekt je spíše záležitostí výběru rám, nicméně je s ním potřeba počítat při výběru výpletu, aby byla struna dostatečně dlouhá na plné vypletené rakety.

6.2 Badmintonové výplety

U badmintonu, stejně jako u ostatních raketových sportů, je nejdůležitější napětí strun. Vzhledem k lehké konstrukci rámu raket tu však není tak jednoduché si napětí prostě vybrat z určitého rozptylu.

Badmintonové rakety jsou vyráběny přímo na určité jmenovité napětí, a to se nedá příliš měnit. Maximální doporučené přepětí je 1 kilogram, což při rozpětí 9-14 kilogramů, ve kterém se badmintonové rakety vyplétají, není mnoho. Prakticky to znamená, že pokud chcete rapidně změnit napětí, musíte si koupit celou novou raketu. To se zdá dosti nepraktické, jenže u badmintonu se napětí neodvíjí tak zcela podle stylu hry nýbrž je přímo úměrné výkonnostní úrovni hráče. Čím lepší hráč je, tím tvrdší výplet si může nechat naplést. Vzhledem k tomu že výkonnost není věc, která by se zlepšila přes noc, je plynulý přechod na jiné rakety plynulý. I zde platí, že spěchat není dobré a pro tento případ ani pokusy s vysokým napnutím strun pro amatéry se nevyplácejí. Pokud si hráč, který plně neovládá techniku hry, nebo si nepořídil raketu k tomu určenou, nechá napnout struny více, než je předepsáno, je vysoce pravděpodobné, že košíčky nebudou létat rychleji, spíše naopak, navíc ztratí kontrolu nad údery a trefit se do kurtu bude velmi obtížné. Co je potom nejhorší z hlediska finanční stránky, takto špatně natažený výplet u badmintonu rapidně snižuje životnost.

Výplety pro badmintonové rakety se nedělají v tak širokém záběru, neboť vzhledem k aerodynamice košíčku by nebyla většina předností různých tipů strun využívána.

ZÁVĚR

Ve své práci jsem se zaměřil především na seznámení s různými materiály a s technologiemi sestavení a výroby vláken a strun do tenisových raket. K lepšímu pochopení problematiky jsem na začátku práce zmínil historický vývoj výpletů, aby bylo zjevné, v jakém časovém rozmezí se vývoje pohybují, a jak progresivní vývoj byl. V práci jsem se snažil přiblížit neodborné veřejnosti hlavní rozdíly ve způsobech provedení tenisových strun včetně jejich výhod, a seznámit veřejnost s širokou škálou možností výběru struny. Pokusil jsem se též přiblížit proces výroby vláken a zdůraznit technologické procesy, které vedou k tvorbě nejlepších tenisových výpletů. Také jsem porovnal způsoby vyplétání a různé druhy výpletů s jinými raketovými sporty kvůli lepší představě a obecnějšímu rozhledu. Závěrem jsem se zaměřil na testování kvality výpletů a materiálové zkoušky na nich prováděné.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] All about tennis strings [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.tennisstrings.co.uk/strings/index.php>
- [2] How syntetic strings are made [online]. 2017. [cit. 2017-14-19]. Dostupné z: http://www.tennisindustrymag.com/articles/2011/03/how_synthetic_strings_are_made.html
- [3] Tennis Warehouse – inside the Technifibre Factory [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=70xZi-ZKyOc>
- [4] Tennis Warehouse – All about string and stringing [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.tennis-warehouse.com/lc/StringReference.html>
- [5] Historie tenisových strun [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://teniskruh.webnode.cz/historie-klubu/historie-tenisovych-strun/>
- [6] A Comprehensive Guide for the Different Types of Tennis Strings [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.tenniscompanion.org/types-of-tennis-string/>
- [7] Izolování vodivých jader v kabelové technice [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/elektroenergetika/izolovani-vodivych-jader-v-kabelove-technice/>
- [8] Technologie vytlačování [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/183/02.html>
- [9] Tenisová škola Team [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://tsteam.cz/clanky/tenisov%C3%A9_vybaven%C3%AD2.jpg
- [10] Rekvizity [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.rekvizity.sk/Dokumenty/Drobn%C3%A9%20rekvizity/tenisove%20rakety%20retro2.jpg>
- [11] Wikimedia [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Nylon6_and_Nylon_66.png
- [12] Tennis Accesssories [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.tennisranch.com.au/head-lynx-1-25mm-monofilament-tennis-string.html>

- [13] Latelier Cordage [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<http://www.intersport-paris.fr/tous-les-services/atelier-cordage-tennis-squash-et-badminton/>
- [14] Tennis Racket Stringing for beginners by a beginner using the Gamma X-2 Gamma Progression II [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<https://www.youtube.com/watch?v=VaaFNP2-554>
- [15] Bollfokus [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<https://bollfokus.wordpress.com/category/stringing/>
- [16] ES-8000 elektronický vyplétací stroj [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<https://www.e-sportshop.cz/cz/es-1.html>
- [17] Stringing machine VM-2000S [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<http://www.victorsport.com/product/1553>
- [18] How natural gut is made [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<https://www.youtube.com/watch?v=WCHkNko0OvI>
- [19] Gamma Ocho [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<http://www.mansionselect.com/gamma-ocho-xp-16g-natural-goxp-10-tennis-racquet-string-spin-power.html>
- [20] Stringing guide [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z:
<https://www.stringforum.net/stringingguide.php>
- [21] Enhance Your Game with the Right Tennis String Tension [online]. 2017. [cit. 2017-04-19].
Dostupné z: <http://www.tenniscompanion.org/tennis-string-tension/>
- [22] Tennis Stringing Machine: Selection & Comparison [online]. 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://protennistips.net/tennis-stringing-machine/>
- [23] Králová, A. Zpracování polymerů, Praha:SNL, 1986
- [24] Stoy, A. Technologie syntetických vláken, Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1957